

Research on Coordinated Control of Regenerative Braking and ABS for Four-wheel Independent Drive Electric Vehicle

Aiguo Zhang

Ruili Group Co., Ltd. (Wenzhou Ruili Kormee Automotive Electronics Co., Ltd.), Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

Abstract

With the development of society, electric vehicles as an energy-saving, environmental protection, convenient means of transportation is more and more favored by people. However, due to various reasons, electric vehicles will encounter many problems in the actual use, one of which is the coordinated control of regenerative braking and ABS. Currently, researchers are developing a new ABS controller to control the regenerative braking and coordination function of four-wheel independent-drive electric vehicles, which is important to improve the reliability and practicality of the mode.

Keywords

four-wheel independence; drive electric vehicle; regenerative braking; ABS coordinated control

四轮独立驱动电动车再生制动与 ABS 协调控制研究

张爱国

瑞立集团有限公司（温州瑞立科密汽车电子有限公司），中国·浙江温州 325000

摘要

随着社会的发展，电动车作为一种节能、环保、便捷的交通工具越来越受到人们的青睐。但是，由于各种原因，电动车在实际使用中会遇到很多问题，其中之一就是再生制动与ABS协调控制。目前，研究人员正在开发一种新的ABS控制器来控制四轮独立驱动电动汽车的再生制动与协调功能，这对于提高该车型的可靠性和实用性来讲非常重要。

关键词

四轮独立；驱动电动车；再生制动；ABS协调控制

1 引言

随着电动车技术的发展，四轮独立驱动电动汽车逐渐成为市场的主流。这种车型具有良好的性能和性价比，因此吸引了越来越多的消费者购买。然而，由于其使用成本较高，很多人对这款汽车是否适合家庭或小型企业使用表示怀疑。然而，当深入了解之后发现，这种车型可以很好地满足人们日常生活中所需要的各种需求，不仅能够节省时间，还具有较强的便利性与舒适性，不仅如此，还能够为车主带来更大的经济效益。

2 四轮独立驱动电动车再生制动原理

四轮独立驱动电动车再生制动原理是利用汽车的四个车轮各自不同的特性，通过电动机或发电机将电能转化为动

能来实现对车辆行驶速度和方向的控制。与传统的人工操作方式相比，这种控制系统能够有效减少驾驶员反应时间、提高道路使用率、降低燃料消耗等优点。利用电动机的电流来控制车辆加速或减速。当车速较高时，电机输出的功率不足以使汽车达到高速行驶要求，而当车速降低到一定速度后，电动机发出的功率就足以实现电动车的行驶需求了。在这一过程中，由于车辆运行环境、驾驶员操作水平和道路条件等因素的影响，使得汽车行驶途中存在着巨大的减速空间。为解决这一问题，通常使用 ABS 作为汽车电子控制系统。ABS 通过检测行驶道上的速度信号来调整行车路线，从而确保汽车沿着最佳路径行驶。

3 ABS 在运行中的作用机理分析

ABS 的作用机理主要有两个：一是防止电池过放电，二是保证车辆在行驶过程中正常运行。通过对蓄电池负极化进行控制来实现这个目的。一般情况下，车辆在行驶过程中是平稳的，如果汽车处于启动状态时由于充电不充分或者外

【作者简介】张爱国（1970-），男，中国河北霸州人，硕士，工程师，从事汽车制动产品，ABS、ESC、IPB、真空泵、助力器、盘式制动器、踏板、调整臂等研究。

界环境变化而导致电池过放现象发生,此时应及时更换新的充电器,以确保整个系统的正常工作。当车子需要紧急制动时,也可以利用 ABS 的调节功能来降低发动机转速,减少能量损耗。要想让四轮独立驱动电动车顺利运行,就要将所有车轮都置于独立位置,并且使用可靠、耐久性好的动力系统来提供动力源^[1]。

4 ABS 及其控制系统设计

随着电动汽车发展,越来越多的人开始关注四轮独立驱动电动车再生制动与 ABS 协调控制问题。其中最主要的是控制器设计和控制系统设计。目前,控制器设计方面已经取得了一些进展,但是在控制系统设计方面仍然存在很多不足之处。从功能上来看,控制器需要处理多个传感器信号,这导致系统性能受到影响,不同类型的控制器具有不同的局限性,因此很难找到通用的解决方案来实现高效率、低成本的操作。此外,目前还没有针对这种特殊车辆进行开发的专用软件,这也导致了无法根据实际情况对各种算法进行适当调整。四轮独立驱动电动车制动系统组成如图 1 所示。

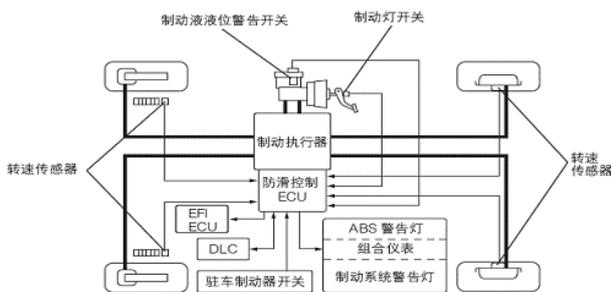


图 1 四轮独立驱动电动车制动系统组成

5 制动力分配

5.1 理想制动力

理想制动力是指在车辆运行中,根据驾驶员设定的速度和制动强度,通过 ABS 与发动机联合控制可以达到的行驶车速。一般来说,理想制动力越低,行驶速度就越快,燃油消耗也会相应增加。因此,研究理想制动力对电动汽车来说非常重要。目前常用的理想制动力方法有两种:一种是主动调节,另一种则是被动调节。主动调节方式包括改变油门、刹车踏板等来提高行驶速度,而被动调节则主要依靠发动机转速变化来实现。虽然两种方式都能够有效地提升电动车的最高车速,但是由于使用成本问题,当前还没有一个完美的解决方式。四轮独立驱动电动车制动力分配如图 2 所示。

5.2 ECE 法规线

ECE 法规线是关于电动车辆使用再生制动与 ABS 协调控制的法规。该法规规定了电动汽车在运行中如何遵守限制条件和安全要求,并对相关操作进行规范。同时,对于不符合规定的电动汽车产品将依法处以罚款或责令停产。通过实施 ECE 法规,企业可以避免因违反欧盟“安全驾驶指南”

而造成事故或其他严重后果。因此,制造商需要根据“安全驾驶指南”制定详细的操作手册,以便员工按照规定正确使用汽车。此外,还应该定期检查汽车的电气系统、刹车器和前照灯,以确保其始终处于正常工作状态。根据欧盟法规 ECE 284,规定:“在车辆进入行驶区时,应确保车速不能超过 30 英里/小时。”该规定适用于所有四轮独立驱动的电动公交车。目前,欧洲公路交通联合会已经禁止使用电动车作为电动汽车运行。这是因为电动车在车辆行驶过程中会产生严重的污染问题,尤其是在行驶中高速过弯或减速时。另外,由于电动车成本较高,因此没有大规模推广应用。

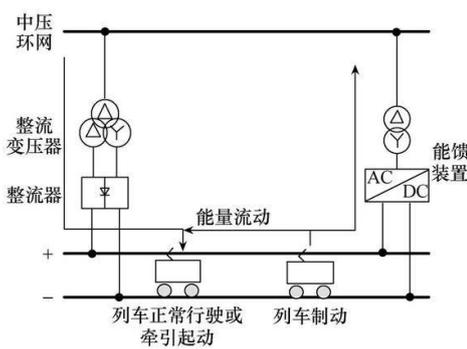


图 2 四轮独立驱动电动车制动力分配

5.3 制动力分配系数

制动力分配系数主要是根据车辆的行驶速度、制动强度和刹车距离来确定。车辆运行在不同速度下,所需制动力也会有所不同。同时,由于行驶条件和路面情况变化时,各种因素对制动力要求也会发生变化。因此,车辆 ABS 控制系统需要考虑到各种因素的影响,并相应地调整各参数以适应这些因素的变化。此外,还可以通过设定目标值与实际车速之间的差值来控制车辆 ABS 工作方式。分析表明,控制车辆 ABS 工作方式就是要实现行车安全与节能目的。制动力分配系数是电动车运行中 ABS 的重要作用机理。根据制动性能和行驶稳定性要求,汽车制动需要由系统来完成。在四轮独立驱动车辆上,ABS 通过协调控制与制动器之间的相互配合来实现制动目的。因此,ABS 控制系统设计应该充分考虑到如何有效利用再生制动能量这一特点^[2]。

5.4 再生制动控制策略设计

制动控制策略设计是再生制动控制的关键。为了实现 ABS 进行有效的协调控制,需要根据车辆运行状态确定最佳协调方式。目前常用的再生制动方案分为以下几种:一是使用减速机构驱动车辆转向;二是将制动过程中的能量转换为电能直接消耗掉;三是利用车辆自身惯性来加速和减速,即采用间接式 ABS 控制系统。但以上三种方案都存在一定缺点,如间接式 ABS 容易受到外界环境因素影响而失效,另外两种方案也存在一些问题。因此,在实际工作中应结合实际情况选择最合适的协调方法^[3]。

6 典型应用案例分析

典型的四轮独立驱动电动车再生制动原理是利用车轮与路面之间相互作用来降低车辆速度。根据这一原理,为实现 ABS 协调控制功能,需要在两轮车上安装一个传感器,以便于监测车轮滑移情况。此外还应该安装一个马达或伺服器用来提供动力。如果汽车采用四轮结构,那么就可以通过“油门”或者“刹车”系统来调节汽车速度。当车辆停止时,制动踏板被踩下并开启发动机/电机功率,从而使车速降低到安全范围内。这样就可以防止因不正常加速而引起事故。

在 ABS 协调控制功能的典型应用案例中,还需要考虑到车辆的稳定性控制。当车辆在高速行驶过程中突然遇到紧急情况时,制动系统可以自动调节各个车轮的制动力,以防止车辆失控或侧翻。在这种情况下,ABS 系统通过传感器感知车辆的侧倾角和横向加速度,然后根据这些数据来调节各个车轮的制动力分配,以提供最佳的稳定性和控制性能。

此外,ABS 协调控制功能还可以与其他车辆控制系统集成,如牵引力控制系统(TCS)和车辆稳定性控制系统(ESP)。牵引力控制系统可以通过调节车轮的牵引力,防止车辆在起步或行驶过程中打滑,提高车辆的加速性能和牵引力。车辆稳定性控制系统可以监测车辆的姿态和动态参数,并通过制动力和车轮扭矩的调节来保持车辆的稳定性和操控性。ABS 协调控制功能在四轮独立驱动电动车中的应用可以提高车辆的制动性能、稳定性和操控性能,提高车辆的安全性和驾驶舒适性。随着电动车技术的不断发展和普及,ABS 协调控制功能将成为电动车必备的安全装置之一,为驾驶者提供更加安全、稳定和舒适的行驶体验。

7 优化设计与验证

优化设计是验证系统功能和性能的重要步骤。根据整车四轮独立驱动电动车再生制动与 ABS 协调控制需求,对整个控制系统进行了如下优化:一是提高传感器精度:将电

池检测电路安装在车轮位置附近,以减少车辆行驶过程中产生振动。二是增加监测点数量:每辆车上都需要配备至少一个用于汽车侧滑时所需数据收集的传感器,并确保传感器之间能够相互通信。三是降低线束损耗:通过重新布局生产线、合理布置布线等方法来改善线束损失问题。优化设计与验证是四轮独立驱动电动车再生制动的关键技术之一。为了确保系统运行在最佳状态,应该对其进行优化。通过不断地尝试和调整,最终确定最优化的控制方案,并经过实际试验来检测系统是否符合要求。在此过程中,还需要考虑诸多因素,包括传感器的精度、信号处理方式等。此外,还要综合考虑整车性能、成本以及环境条件等因素。根据各方面信息,制定一套完整的实施方案,并通过实践证明该方案可行有效。

8 结论

基于 ABS 的四轮独立驱动电动车再生制动系统在运行中具有良好的稳定性、可靠性和耐久性。研究表明,该系统能够有效地降低车辆动力响应时间,提高驾驶安全性。此外,由于采用了先进的控制系统技术,可以使其使用更加灵活方便,并可根据实际情况进行调整。总之,通过对基于 ABS 的四轮独立驱动电动车再生制动系统及其控制系统设计的研究。四轮独立驱动电动车再生制动与 ABS 协调控制研究表明,在实际运行中,ABS 能够有效地调节车辆的速度和方向,从而避免车辆因违规行驶而造成事故。因此,为了确保车辆安全稳定运行,应建立一个完善的控制系统来进行车辆系统管理和监控工作。

参考文献

- [1] 刘欣,郝亮,卢绍伟,等.四轮独立驱动电动车再生制动与ABS协调控制研究[J].重庆理工大学学报(自然科学),2022,36(5):28-35.
- [2] 魏波.基于四轮独立驱动轮毂电动汽车的节能与ABS协调控制策略研究[D].深圳:深圳大学,2019.
- [3] 李刚,黄亮,单鹏.四轮独立驱动轮毂电机电动车ABS与再生制动协调控制研究[J].机械设计与制造,2017(4):1-5.